

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-132909

(43)Date of publication of application : 07.05.1992

(51)Int.Cl.

G01B 15/00

H01J 37/22

H01J 37/28

(21)Application number : 02-258369

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 25.09.1990

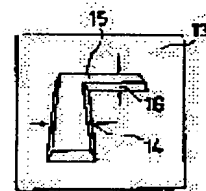
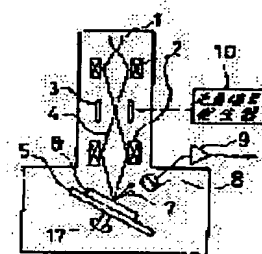
(72)Inventor : TAKEUCHI SUSUMU

(54) SIZE MEASURING APPARATUS WITH ELECTRON BEAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the intensity of signals of reflecting electrons, secondary electrons, X rays or the like from a sample thereby to measure the length with high accuracy by inclining a sample stage on which the sample is mounted to an axis of incidence of converged electron beams so as to scan the inclined sample in a rectangular configuration.

CONSTITUTION: A sample stage 5 having a sample 6 mounted thereon is inclined to an axis of incidence of converged electron beams 4 of the apparatus. Since the sample 6 is inclined, supposing that the inclining angle of the sample 6 is θ , the amount of signals is increased by the ratio of $1/\cos\theta$, so that the visibility of a pattern image is effectively enhanced. The obtained pattern image is an inclined image having greater contrast. The pattern width 16 of a pattern mounted in the X and Y directions such as a semiconductor cannot be correctly measured in this state. Therefore, the sample pattern is rotated 90° or 270° by the use of a stage rotating mechanism 17. Accordingly, the intensity of signals of reflecting electrons, secondary electrons, X rays or the like from the sample 6 can be increased, thereby making it possible to measure the length with high accuracy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

訂正有り

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-132909

⑬ Int. Cl.⁵

G 01 B 15/00
H 01 J 37/22
37/28

識別記号

B
Z

庁内整理番号

8201-2F
9069-5E
9069-5E

⑭ 公開 平成4年(1992)5月7日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 電子ビーム寸法測定装置

⑯ 特 願 平2-258369

⑰ 出 願 平2(1990)9月25日

⑱ 発 明 者 竹 内 晋 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 早瀬 恵一

明 細 書

1. 発明の名称

電子ビーム寸法測定装置

2. 特許請求の範囲

(1) 電子ビーム発生源と、この電子ビームを集束するレンズと、この集束した電子ビームを偏向する偏向手段とを備えた電子ビーム光学系と、

試料を載置する試料ステージと、

該試料上のパターンに電子線を二次元的に走査しながら照射する走査信号発生手段と、

上記パターンから発生する信号を検出する手段とを備え、

その二次元信号像よりパターンエッジを決定し、そのパターン寸法を測定するようにした電子ビーム寸法測定装置において、

上記試料ステージは入射する電子線に対し反射電子線の強度を強くするよう傾斜しており、

かつ上記試料ステージは、試料の所望のパターンを測定できるよう回転可能に設けられていることを特徴とする電子ビーム寸法測定装置。

(2) 上記偏向手段に対して走査信号を与える走査信号発生手段は、傾斜試料上の座標を(x, y)、試料傾斜角をθ、偏向作動距離をDとすると、

$$\left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right)$$

で表される走査信号を発生し、傾斜試料上に矩形走査せしめることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム寸法測定装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は半導体ウェハ上に形成された微細パターンの線幅等を測長する電子ビーム寸法測定装置に関し、特にその高精度化に関するものである。

(従来の技術)

第2図(a)は、例えば、特公昭58-24726号公報等示された従来の電子ビーム寸法測定装置を示す模式図であり、図において1は電子ビーム発生源、2は電子ビーム集束レンズ、3は偏向コイル又は電極、4は電子ビームである。また、

5は試料ステージ、6は試料ステージ5に載置された試料、7は電子ビーム4により発生した反射電子、二次電子、X線等の信号、8は信号7の検出器、9は検出器8で検出された信号の増幅器である。10は電子ビーム4を偏向器3にて偏向し、試料6上に電子ビームを走査するための走査信号発生器である。

次に、第2図(b)~(d)において、この従来技術の動作原理について説明する。第2図(b)は試料6に電子ビーム4が入射している場面の断面を示す。試料6上に形成されたパターン11の線幅を測定するのに、電子ビーム4を12のように走査する。この時、発生する信号を走査信号に合わせて表示すると、第2図(c)のような波形が得られる。この波形信号(c)に対し、しきい値処理、最大傾斜処理などのエッジ検出処理を施すことによりパターンエッジを決めて線幅を決定する。この走査12をパターン上に二次元的に行い、信号7を二次元的に表示すると、第2図(d)のようにパターンをビーム入射方向から見たごとのパターン像15を走

査領域13内に見ることができる。この二次元パターン信号像から同様のエッジ検出処理を行って線幅14を決める。電子ビーム4の走査を一次元でなく、二次元で行っているのは、パターンのエッジに加工による凹凸がある場合、これらを平均した結果を得ることができるからであり、測長の再現精度が向上するからである。この二次元の走査信号は、第2図(a)の走査信号発生器10で発生されるべきものであるが、その走査する領域は第2図(d)の示す矩形領域13である。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来装置は試料ステージ5が電子ビーム4の入射方向に対して垂直に位置しており、第2図(b)に示す測定すべきパターン11をビーム4の方向から見るため、第2図(d)に示すがごとく像を得ることができ、測定すべきパターンを正しく測定できる利点がある。しかしながら、近年半導体ウェハに形成されるパターンが微細になるにつれて測定幅が小さくなり、高精度の測定精度が要求されるようになってきた。また、パターン幅だけでな

くパターン膜厚も薄くなる傾向にあり、信号強度も小さくなり特定精度を悪くする方向にある。このため、より以上の信号強度を要する必要がある、従来装置での測定が困難になってきた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、試料からの反射電子、二次電子、X線等の信号強度を高め、高精度な測長をすることができる電子ビーム寸法測定装置を得ることを目的とする。

さらに、この発明は傾斜した試料上に正しく矩形に電子ビームを照射することにより、さらに高精度な測長をすることができる電子ビーム寸法測定装置を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

第1の発明に係る電子ビーム寸法測定装置は、集束した電子ビームの入射軸に対し、試料を載置した試料ステージを傾斜させ、反射電子、二次電子、X線等の信号放出効率を高め、試料像の信号強度を高くして測長をするようにしたものである。

さらに、第2の発明は、試料が傾斜したことに

より、試料上に走査されるべき電子ビームの矩形領域が台形形状に変化してしまうのを補正する偏向信号を発生するようにしたものである。

〔作用〕

この第1の発明においては、試料を傾斜させることにより、反射電子、二次電子、X線等の信号が高まり、試料上のパターン像の信号対雑音比が向上する。この結果、パターンの視認性が向上し、パターンエッジの認識が行い易くなる。

第2の発明においては偏向信号発生回路により、偏向信号を補正することで、傾斜した試料に対して正しく矩形に電子ビームを照射する。その結果、さらに高精度な測長を行うことができる。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図(a)において、1は電子ビーム発生源、2は電子ビーム集束レンズ、3は偏向用コイル又は電極、4は電子ビームを示す。また、5は試料ステージ、6は試料ステージ5に載置された半導体

ウェハ、17は試料ステージを回転する機構、7は電子ビーム4により発生した反射電子、二次電子、X線等の信号、8は信号7の検出器、9は検出器8で検出された信号の増幅器、10は電子ビーム4を偏向器3にて偏向し試料6上に電子ビームを走査するための走査信号である。また、第1図(b)において、4は試料に入射する電子ビーム、6は傾斜した試料、7は電子ビーム4により発生した反射電子、二次電子、X線等の信号を示す。また、第1図(c)は試料を二次元的に走査して得た傾斜パターン像を示す図であり、図中13は走査領域、14はパターン線幅、15はパターン、16は別な方向のパターン線幅を示す。

次に、第1の発明の動作原理について説明する。第1図(a)の試料部分を拡大した図が第1図(b)であるが、第1図(b)の試料を傾けたことにより、試料の傾斜角を θ とすると、信号量は $1/\cos\theta$ の比で、大きくなることはよく知られており(例えば、L.Reimer "Scanning Electron Microscopy", 1985 年刊 p.145等参照)、これはパターン像の

視認性を上げる効果がある。こうして得られたパターン像は第1図(c)のような傾斜した像になり、従来の第2図(d)に比し、よりコントラストのついたイメージになる。この上で、半導体のようにX、Y方向両方に配置されたパターンのうち、第1図(c)の14で示されたようなパターン幅は、従来方法で測長することができるが、16で示されたパターン幅は正しく測長することができないので、第1図17のステージ回転機構を用いて、試料パターンを 90° 又は 270° 回転させることにより測長することができる。

このような第1の発明の実施例によれば、試料ステージを電子ビームに対して傾斜させることにより、パターン像の視認性を上げる効果がある。また、この上で、半導体のようにX、Y方向両方に配置されたパターンのうち、第1図(c)の14で示されたようなパターン幅は、従来方法で測長せ^て、16で示されたパターン幅は第1図17のステージ回転機構を用いて、試料パターンを 90° 又は 270° 回転させることにより試料上のパターン

をよいコントラストで測長することができる効果がある。

次に第2の発明の一実施例を第1図(d)~(f)において説明する。

第1図(d)は試料傾斜した際の電子ビームの走査領域がどのように変化するかを示した図であり、第1図(e)はそれを補正する偏向信号発生回路の一例、第1図(f)は上記偏向信号発生回路により補正された傾斜面での走査領域が、正しく矩形領域を走査していることを示す図である。

第1図(d)において、20は試料が電子ビームに対して垂直に配置された場合に、正しく矩形状に走査されている領域である。22は試料傾斜角 θ 、21は試料が傾斜角 θ で傾斜している場合の電子ビームの走査領域、23Dは電子ビームの偏向の作動距離、24は偏向作動点を示す。また、第1図(e)において、30は矩形走査信号発生回路、31はその走査領域、32は乗算器、36は除算器、37は補正された台形形状の走査領域を示す。又、第1図(f)において、20は第1図(e)のような回路

で発生した試料垂直面での走査領域、21は22の傾斜角 θ で傾斜された試料面で正しく矩形に走査された領域、23は電子ビーム偏向の作動距離、24は偏向作動点を示す。

次に第2の発明の動作原理を説明する。第1の発明では、信号強度が向上してパターン像の視認性を向上することができたが、第1図(c)のように2次元走査領域での像は投影的にみえてしまい、測長する部分によっては正しく測長ができない。これは第1図(d)に示すように、電子ビームに対し垂直に試料を配置した際には正しく矩形を走査するように偏向信号を発生すれば、傾斜面では21のように逆台形形状の領域を走査することになる。それを二次元的に表示すれば、第1図(c)のように投影的な像が見えてしまう。

そこで第1図(d)において、垂直面上での座標(X、Y)と、傾斜面に投影された傾斜面上での座標(x、y)との関係を正しく計算すると、

$$X = \frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}$$

$$Y = \frac{y \cdot \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \quad \dots(1)$$

であった。ここでDは作動距離を示し、 θ は傾斜角を示す。

傾斜面上の(x, y)の点を正しく矩形に走査するためには、(x, y)に矩形走査信号を与え、式(1)に従って(X, Y)を計算しつつ補正した偏向信号を与えれば可能である。その実施例として第1図(e)の回路を示す。30で矩形走査信号(x, y)を与える。これは従来の偏向走査回路でよい。その後、y信号と、作動距離D、傾斜角 θ のデータから、

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

を計算する回路32を通し、x信号を

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

で除する除算器36を通してX信号を出力する。又、y信号に $\cos \theta$ を乗算器35で乗して後、

ターン像のエッジを正しく平行にとることができ、高精度の測長ができる効果がある。

〔発明の効果〕

以上のように、第1の発明によれば試料ステージを電子ビームに対して傾斜させ、かつ所望の方向のパターンを測長できるようにステージを回転できるようにしたので、試料上のパターンをよいコントラストで測長することができ、所望パターンを正しく測長することができる効果がある。

さらに、第2の発明によれば試料を傾斜したことで生ずる傾斜面上での走査領域の変形を、補正するような走査信号発生回路を設けたので、傾斜面上での試料に対し、正しい矩形領域の走査をすることができ、二次元のパターン像のエッジを正しく平行にとることができ、高精度の測長ができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)はこの発明の一実施例による電子ビーム寸法測定装置を示す図、第1図(b)はその効果を示す試料近傍の拡大図、第1図(c)は試料を傾斜し

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

で除して後Y信号を出力する。こうすると、X, Yには37で示したような台形形状の走査をする信号が発生する。

第1図(f)の電子ビームに対して垂直面20に第1図(e)の台形形状の偏向信号を与えると、傾斜面21に正しく矩形形状の走査領域ができることがわかる。このように、第1図(a)において、10で示される走査信号発生器に第1図(e)で示すような実施例の回路を用いれば、傾斜面上の走査を、正しく矩形形状に行うことができ、二次元状にパターン像を表示すると、パターンのエッジが平行に表示でき正しく測長することができる。

このような第2の発明の実施例によれば、試料を傾斜したことで生ずる傾斜面上での走査領域の変形を、第1図(a)において、10で示される走査信号発生器に第1図(e)で示すような実施例の回路を用いることで、傾斜面上での試料に対し、正しい矩形領域の走査をすることができ、二次元のパ

たことによって得られる二次元パターン像を示す図、第1図(d)は試料を傾斜したことによって傾斜面での走査領域が変形することを説明する図、第1図(e)は傾斜面の走査領域の変形を補正する走査信号発生回路を示す図、第1図(f)は電子ビームが補正され正しく傾斜面に矩形走査されていることを示す図である。

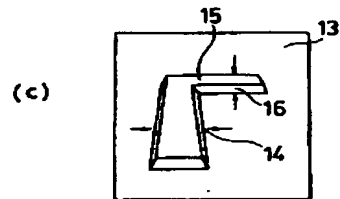
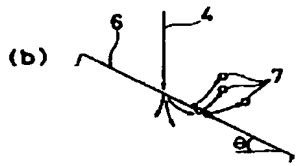
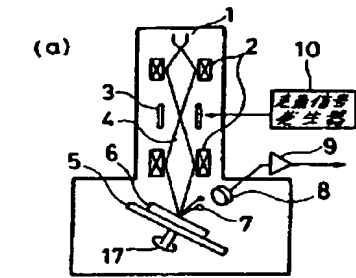
第2図(a)は従来例による電子ビーム寸法測定装置を示す図、第2図(b)はその原理を示すための試料近傍拡大図、第2図(c)は一次元信号例を示す図、第2図(d)は従来例での二次元パターン像を示す図である。

図中、1は電子ビーム発生源、2は電子ビーム集束レンズ、3は偏向用コイル又は電極、4は電子ビーム、5は試料ステージ、6は試料、7は信号、8は検出器、9は増幅器、10は走査信号発生器、17はステージ回転機構、13は二次元走査領域、14は測長線幅、16は別な測長幅、15はパターンを示す。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早 瀬 憲 一

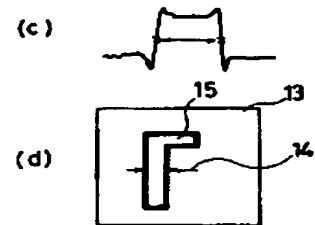
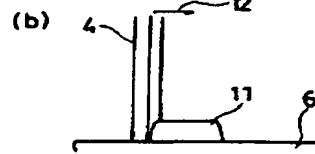
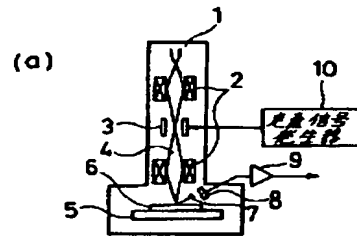
第 1 図



- 1: 電子ビーム発生源
- 2: 電子ビーム収束レンズ
- 3: 偏向用コイル又は電極
- 4: 電子ビーム
- 5: 試料ステージ
- 6: 試料
- 7: 信号
- 8: 検出器
- 9: 増幅器
- 17: ステージ回転機構

- 13: 2次元走査領域
- 14: 測長線幅
- 15: パターン
- 16: 別の測長幅

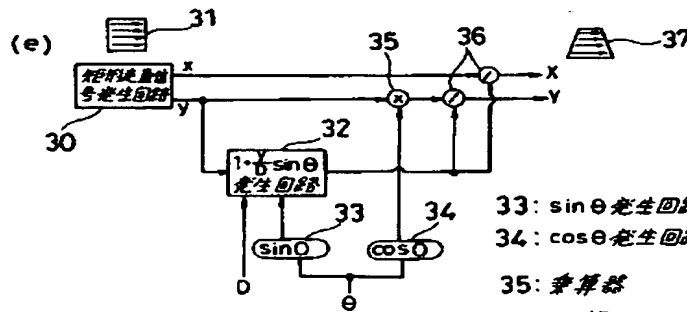
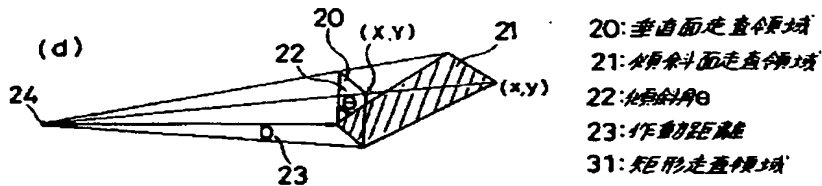
第 2 図



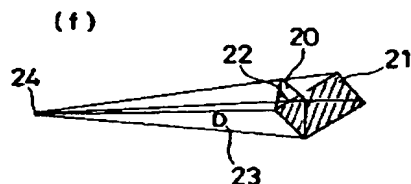
- 1: 電子ビーム発生源
- 2: 電子ビーム収束レンズ
- 3: 偏向用コイル又は電極
- 4: 電子ビーム
- 5: 試料ステージ
- 6: 試料
- 7: 信号
- 8: 検出器
- 9: 増幅器

- 13: 2次元走査領域
- 14: 測長線幅
- 15: パターン

第 1 図



- 33: $\sin \theta$ 発生回路
- 34: $\cos \theta$ 発生回路
- 35: 乗算器
- 36: 除算器
- 37: 補正された走査領域



手続補正書 (自発)

平成 3 年 1 月 29 日



特許庁長官 殿

1. 事件の表示

特願平 2-258369 号

2. 発明の名称

電子ビーム寸法測定装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号

名 称 (801) 三菱電機株式会社

代表者 志 岐 守 哉

4. 代理人 郵便番号 564

住 所 大阪府吹田市江坂町 1 丁目 23 番 43 号

ファサード江坂ビル 7 階

氏 名 (801) 弁護士 早 瀬 恵 一

電話 06-380-5822



以 上

特許請求の範囲

(1) 電子ビーム発生源と、この電子ビームを集束するレンズと、この集束した電子ビームを偏向する偏向手段とを備えた電子ビーム光学系と、

試料を載置する試料ステージと、

該試料上のパターンに電子線を二次元的に走査しながら照射する走査信号発生手段と、

上記パターンから発生する信号を検出する手段とを備え、

その二次元パターン信号像よりパターンエッジを決定し、そのパターン寸法を測定するようにした電子ビーム寸法測定装置において、

上記試料ステージは入射する電子線に対し、二次電子・反射電子・X線等の発生する信号強度を強くするよう傾斜しており、

かつ上記試料ステージは、試料の所望のパターンを測定できるよう回転可能に設けられていることを特徴とする電子ビーム寸法測定装置。

(2) 上記偏向手段に対して走査信号を与える走査信号発生手段は、傾斜試料上の座標を (x, y)、

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄、発明の詳細な説明の欄、及び図面 (第 1 図(e))

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

(2) 明細書第 5 頁第 2 行の「特定精度」を「測定精度」に訂正する。

(3) 同第 9 頁第 18 行の「32 は乗算器」を「32 は $1 + \frac{y}{D} \sin \theta$ 発生回路、33 は $\sin \theta$ 発生回路、34 は $\cos \theta$ 発生回路、35 は乗算器」に訂正する。

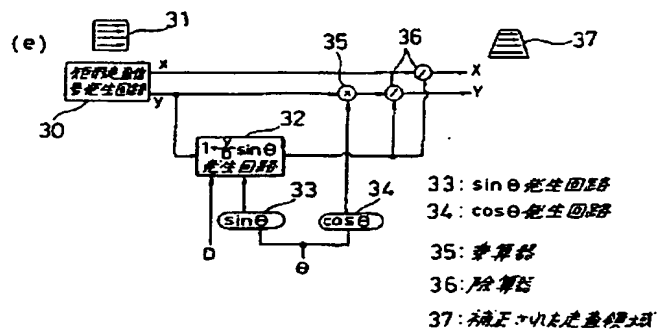
(4) 第 1 図(e)を別紙の通り訂正する。

試料傾斜角を θ 、偏向作動距離を D とすると、

$$\left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right)$$

で表される走査信号を発生し、傾斜試料上に矩形走査せしめることを特徴とする請求項 1 記載の電子ビーム寸法測定装置。

第 1 圖



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成7年(1995)12月22日

【公開番号】特開平4-132909

【公開日】平成4年(1992)5月7日

【年通号数】公開特許公報4-1330

【出願番号】特願平2-258369

【国際特許分類第6版】

G01B 15/00 B 8907-2F

H01J 37/22 9376-5E

37/28 Z 9376-5E

手 続 補 正 書



平成 6 年 1 2 月 2 1 日

特 許 庁 長 官 殿

1. 事件の表示

平成2年特許願第258369号

2. 発明の名称

電子ビーム寸法測定装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 (801)三菱電機株式会社

以 上

4. 代 理 人

住 所 〒564 大阪府吹田市江の木町17番1号

江坂全日空ビル8階

氏 名 (8181)井堀士 早 藤 恵

TEL 06-380-5822



5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄、及び発明の詳細な説明の欄



6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のとおり訂正する。

(2) 明細書第4頁第9行~第10行の「その定まる領域は第2図(d)の示す矩形領域13である。」を「その定まる領域は第2図(d)に示す矩形領域18である。」に訂正する。

(3) 明細書第8頁第5行の「第1図(d)は試料傾斜した態」を「第1図(d)は試料を傾斜した態」に訂正する。

(4) 明細書第11頁最終行の「又、y信号に $\cos\theta$ を乗算器35で乗した後、」を「又、y信号に $\cos\theta$ を乗算器35で乗算した後、」に訂正する。

(5) 明細書第12頁第2行の「で除した後Y信号を出力する。」を「で除した後、Y信号を出力する。」に訂正する。

特許請求の範囲

(1) 電子ビーム発生源と、この電子ビームを集束するレンズと、この集束した電子ビームを偏向する偏向手段とを備えた電子ビーム光学系と、

試料を載置する試料ステージと、

該試料上のパターンに電子線を二次元的に走査しながら照射するように上記偏向手段を制御する走査信号発生手段と、

上記パターンから発生する信号を検出する手段とを備え、

その二次元パターン信号像よりパターンエッジを決定し、そのパターン寸法を測定するようにした電子ビーム寸法測定装置において、

上記試料ステージは、

上記試料を載置する部分の面の法線方向を回転軸として回転可能であるとともに、上記法線方向に対する垂直方向を回転軸として傾斜可能であり、

載置した上記試料のパターンの測定時には、二次元的に走査される上記電子線が上記パターンの所要の幅を測長できるように上記法線方向を回転軸として回転し、かつ、上記パターンが入射する上記電子線に対して所要の角度をもつように上記垂直方向を回転軸として傾斜するものであることを特徴とする電子ビーム寸法測定装置。

(2) 上記偏向手段に対して走査信号を与える上記走査信号発生手段は、傾斜試料上の座標を(x, y)、試料傾斜角をθ、偏向作動距離をDとすると、

$$\left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right)$$

で表される走査信号を発生し、傾斜試料上に矩形走査せしめることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム寸法測定装置。